УДК 669

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СКОРОСТИ КОРРОЗИИ УГЛЕРОДИСТОЙ И ВЫСОКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ

Алтаева Таншолпан Абилкасымовна
t_a-a@mail.ru
Старший преподаватель кафедры «Стандартизация, сертификация и метрология» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан
Научный руководитель – А.У. Ахмедьянов

Коррозия металлов, сплавов и покрытий в жидких средах значительно влияет на эксплуатационную надежность и долговечность изделий машиностроения, понижает ресурс и показатели качества промышленной продукции. Коррозия стали - это процесс химического или электрохимического ее разрушения. Разрушающей средой может быть кислород воздуха, разные газы и особенно водные растворы — электролиты, находящиеся на стали часто в виде тончайшей водяной пленки.

Поэтому определение показателей общей коррозии питтингового типа, значений потенциала коррозии металла, сплава и покрытия внутри жидкостной среды позволяют выработать превентивные противокоррозионные мероприятия по защите металлических изделий машиностроения от коррозии и являются актуальной задачей.

Одним из наиболее эффективных способов оценки коррозионной стойкости металла является метод, основанный на измерении поляризационного сопротивления, достоинство которого заключается в возможности получения информации о коррозионном состоянии металла на каждый текущий момент времени. Поэтому метод поляризационного сопротивления относят к так называемым дифференциальным методам коррозионного контроля.

В основу метода положена наблюдаемая во многих случаях вблизи потенциала коррозии линейная зависимость между величиной поляризующего тока и вызываемого им изменения потенциала:

$$\left(\frac{\Delta\varphi}{\Delta l}\right)_{\Delta\varphi\to 0}=R_n$$

где: $R_п$ - поляризационное сопротивление электрода, связанное со скоростью коррозии простым соотношением:

$$i_{кор.} = \frac{B}{Rп}$$

где: $i_{кор}$ – плотность тока коррозии.

$$B = \frac{ba \times bк}{2.3(ba + bк)}$$

где: b_a и $b_к$ - соответственно наклоны тафелевых участков для анодной и катодной составляющих коррозионного процесса.

Поляризационное сопротивление можно определять из поляризационных кривых, однако значительно более удобным является непосредственное измерение поляризационного сопротивления с помощью универсального коррозиметра «Эксперт-004» (рисунок 1).

Рисунок 1 - Коррозиметр универсальный «Эксперт-004»

Коррозиметр "Эксперт-004" предназначен для автоматического определения параметров коррозии металлов, сплавов, их покрытий внутри жидкостной среды, представленные показателями общей коррозии, значением ее потенциала, параметров процесса травления металла, защитных свойств покрытий (анодного, хромового и др. конверсионных покрытий).

Область применения: предприятия энергетики и коммунального хозяйства; нефтяной, газовой, химической, металлургической и пищевой промышленности; машино- и приборостроения; научные и учебные организации.

Прибор обладает высоким уровнем чувствительности и широким диапазоном измерения. Он имеет сравнительно небольшие размеры и комбинированный тип электропитания, которое может осуществляться за счет использования аккумуляторной батареи на 12 В либо от сети 220 В с использованием адаптера. Возможность работы прибора от аккумулятора позволяет осуществлять необходимые анализы не только в лабораториях, но и в полевых условиях. Для зарядки батареи прибор оснащается зарядным устройством. Конструкция коррозиметра предусматривает наличие подсветки графического дисплея, что облегчает работу оператора в условиях недостаточной освещенности.

Аналитические возможности:

- проведение измерений на готовых изделиях, в том числе крупногабаритных;
- сочетание нескольких методик получения основных коррозионных параметров в одном приборе;
- возможность введения значений поправочных коэффициентов и площади образцов;
- проведение непрерывной или периодической регистрации и обработки получаемых данных на персональных компьютерах.

Основные технические характеристики универсального коррозиметра «Эксперт-004» представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные параметры коррозиметра «Эксперт-004»

Технические характеристики	**Значения параметров**
Диапазон измерений показателей общей и питтинговой коррозии, *мкм/год*	0,01-60000
Время измерения, *мин*	1 – 57600 с (выбирается оператором)
Продолжительность непрерывной работы, *час*	не менее 8
Время установки рабочего режима, *мин*	не более 5
Рабочие температуры, ^{0}С: измерительного датчика преобразователя датчика	 От 0 до +50 От -50 до +100
Режим работы	двух-и трехэлектродный
Тип дисплея измерительного преобразователя	жидкокристаллический
Габаритные размеры измерительного преобразователя, *мм*	не более 200х10х60

Среди многих металлов и сплавов, применяемых в качестве конструкционных материалов, значительное место занимают сплавы на основе железа. К ним относятся обычные и низколегированные стали, которые используются в слабоагрессивной среде, а также высоколегированные хромистые и хромоникелевые нержавеющие стали, применяемые в более агрессивной среде, чем обычные или низколегированные стали.

Результаты измерений на коррозионную стойкость определенные универсальным коррозиметром «Эксперт-004» сталей 08Х18Н10Т, Ст.20, Ст.45 и У10 в различных исследуемых средах (вода, соленая вода, раствор кислоты) представлены в таблице 2.

Таблица 2

Скорость коррозии металлов в различных средах

Марка стали образца (электрода)	Скорость коррозии в исследуемой среде, мкм/год		
	вода	соленая вода	Раствор кислоты
08Х18Н10Т	0,0001	91,245	1,1411
20	0,0001	93,134	1,1242
45	0,0016	98,124	1,4523
У10	0,0004	97,453	1,2351

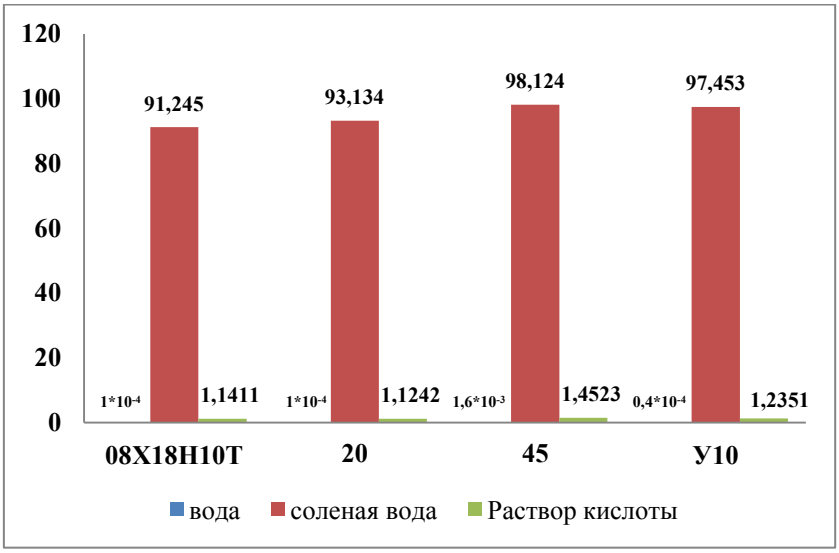

Рисунок 2 - Результаты скорости коррозии металлов в исследуемой среде

Заключение

В качестве коррозионностойких конструкционных сталей получили распространение три группы сплавов:

- стали с содержанием 12-14% хрома и различных количеств углерода с полным или частичным фазовым превращением. В зависимости от содержания углерода различают следующие марки сталей: 08Х13,12Х13, 20Х13. Максимальная коррозионная стойкость этих сталей наблюдается после закалки с отпуском, что соответствует максимальному содержанию хрома в твердом растворе. Эти стали устойчивы в пресной воде, а также в атмосферных условиях. В морской воде и морской атмосфере сильно корродируют. Устойчивы в холодной разбавленной азотной кислоте. В соляной и серной кислотах сильно корродируют.

- стали с содержанием 17-18% хрома, полуферритные стали с частичным фазовым превращением: 08Х17,12Х17,12Х18. Стали этого класса более коррозионностойки как в условиях воздействия окислительных сред, так и в высокотемпературных газовых средах. У этих сталей ухудшаются механические свойства, особенно ударная вязкость, затрудняется сварка.

- стали с содержанием 25-30% хрома не имеют фазовых превращений. К ним относятся стали типа 15Х25, 15Х28. Эти стали не подвергаются закалке, обладают высокой пластичностью. Однако при сварке снижается пластичность сварных швов и появляется склонность к межкристаллитной коррозии в зоне термического влияния. Добавка к этим сталям небольших количеств благородных металлов, например палладия или платины, способствует переходу высокохромистых сталей в пассивное состояние и в неокисляющих кислотах (соляной и разбавленной серной кислотах).

На коррозионную стойкость железоуглеродистых сталей оказывают влияние химический состав и структура сплава. Железоуглеродистые стали в своем составе имеют ферриты, аустениты, цементит и чистый углерод (в чугуне). Все эти структурные составляющие имеют различные электродные потенциалы, что влияет на скорость коррозионного процесса. На коррозионный процесс оказывают также влияние химический состав сплава и примеси. С увеличением содержания углерода в стали в кислых растворах скорость коррозии увеличивается. Например, скорость коррозии чугуна в 100 раз выше скорости коррозии чистого железа. Марганец, улучшая механические свойства железоуглеродистых сталей (0,5-0,8%), не оказывает влияния на скорость коррозии. Специальные стали (марганцовокислые), содержащие 12% марганца, обладают повышенной коррозионной устойчивостью. Содержание кремния в сталях до 0,3% и в чугунах до 2,0% не оказывает влияния на коррозионную стойкость стали. При увеличении содержания кремния в специальных кремнистых сталях скорость коррозии повышается, что, возможно, связано со склонностью этих сталей к растрескиванию, а при содержании кремния свыше 14% наблюдается повышение коррозионной стойкости. Сера образует с железом и марганцем сульфиды, которые являются катодными включениями и способствуют увеличению скорости коррозии.

Низколегированные стали содержат, в основном, небольшие количества меди, хрома, кремния, никеля, алюминия и др. По коррозионной стойкости они превосходят обычные железоуглеродистые стали только в слабоагрессивных средах, поэтому применяются ограниченно. Легирование низкоуглеродистой стали медью (0,3-0,8%) повышает ее коррозионную стойкость в атмосферных условиях, что связано с образованием на поверхности стали пленки с высокими защитными свойствами. Легирование стали небольшими количествами хрома (до 2%) повышает прочность стали, не изменяя ее коррозионной стойкости. Добавка никеля в небольших количествах (до 1%) повышает коррозионную стойкость стали в атмосферных условиях.

Стали, содержащие большое количество хрома, никеля и кремния, обладают высокой коррозионной стойкостью и называются высоколегированными. Наибольшее распространение получили хромистые и хромоникелевые аустенитные нержавеющие

стали.

Хромоникелевые стали типа 12Х18Н10, содержащие 17-20% хрома и 8-16% никеля обладают высокой коррозионной стойкостью и получили широкое применение в промышленности.

Список использованных источников

1. Родионова И.Г., Бакланова О.Н., Филиппов Г А. Роль неметаллических включений в ускорении процессов локальной коррозии металлоизделий из углеродистых и низколегированных сталей. //Металлург. 2005. №4. С. 58-61.

2. Голованов А.В., Меньшикова Г.А., Зинченко С.Д. Освоение производства проката и труб из стали 20КСХ с гарантированной чистотой по коррозионно-активным неметаллическим включениям. //Металлург. 2005. №6. С. 43-48.

3. Джала Р.М, Дикмарова Л.П., Мизюк Л.Я., Вербенец Б.Я. Электромагнитный метод коррозионного контроля подземных трубопроводов. //Индустриализация электрохимической защиты магистральных трубопроводов и промышленных объектов //Сб. научн. трудов. – М.: ВНИИСТ, 1989. – С. 47-51.